

## 通信機

著者	芳野 起夫 , 村木 潤次郎
図書名	マナスル : 1954-6
開始ページ	209
終了ページ	229
出版年月日	1958-05
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1438/00008751/">http://id.nii.ac.jp/1438/00008751/</a>

る。

マスクと高所帽（目出帽）、そしてサングラスの組合わせは必ず  
かしく、最大の難点は眼鏡にくもりのくることである。眼鏡がく  
もるのはマスク着装時、鼻の両側から呼吸が上にぬけるときにお  
こる。マスクと顔の接合を十分密にすることと排気弁の抵抗を少  
なくすることを考えねばならぬ。そしてさらに運動により一時的  
な皮膚温の上昇を起さないような運動をすることである。しかし  
第三次マナスルでは万一を考えプラスチック製のマウス・ピース  
を用意したが、さいわいその使用にはいたらなかった。なお、今  
回携行した酸素関係の装備の数量は下記のとおりである。  
なお、酸素の流量と効率については、「高所における医学的考  
察」の項を参照されたい。

第2表 酸素装備リスト

		単量 g	数量
(1) ボンベ式酸素補給器関係			
ボンベ	133本 {酸素のみ 炭酸ガス入	3,700	93 本
ハンガ―		3,700	40 本
呼吸袋セット		2,250	35 個
減圧器		650	15 組
不凍液		600	15 個
スバナ		150	100 cc
マスク	{川崎製 オハイオ・ケミカルス	130	15 個
ファイバー・パッキング (予備)		140	15 個
吸排弁 (予備)		170	6 個
ゴムスプレー			若干 個
		100	若干 個
(2) 発生式補給器関係			
酸素発生剤		3,400	55 本
(推定酸素発生量 20°Cにて 350 リットル)			
酸素発生装置 (造水装置付)		6,500	2 セット
酸素発生器用ハンガー		3,850	1 個
導通試験器		1,200	2 個
点火器		4,150	2 個
睡眠用マスク	{B・L・B 日航ディスポーザブル	240	8 個
		20	20 個
アダプター		90	10 個
ゴム管		約 10	メートル

## 通 信 機

ヒマラヤ登山のように極地法登山を行う場合に各キャンプ間の  
連絡の完全な確保は、直接間接に登山活動に影響し、ひいては登  
頂の成否をも左右し、時に人命にも関係するにいたることは過去  
の幾多の遭難にて明らかなことである。そこで今日では、各国と  
も隊の神経系統として無線電話が使用されるようになってきたが  
山岳地における電波伝播の複雑な問題、機器の形態、重量、取扱  
操作、保守の容易性等の問題が一般機器に比較し特殊なものとな  
り、とくに高所に使用される機器は非常に苛酷な条件下に置かれ  
るため、この問題がさらに複雑化され、従来の各登山隊で完全に  
使用できた例は皆無に近い現況であった。

第三次登山隊は、第一、第二次の経験を生かし、登山関係者た  
けでなく電気通信大学電波伝播研究室と協力して、根本的に通信  
計画をねり、ほとんど完全な無線連絡を確保することに成功した。

### 第三次登山隊の通信回線計画

#### 通 信 機

登山通信計画を立てるに当り問題となる点を大別すると、(一)山  
岳地電波伝播と、(二)極寒地用通信機器に関する事柄となり、とく

に登山計画にて地形、距離、雪崩等に完全なこと等の条件に左右  
されて、決定される各主要キャンプの位置は、必ずしも電波伝播  
上良好の位置とは限らず、また単に電波伝播上の都合のみにて、キ  
ャンプ設置位置を決めることも不可能であるためその点のおりあ  
いをつけること、また実際の山岳地帯内の電波伝播状況は非常に  
複雑となるため、机上の計画は必ずしも実際と合致するとは限ら  
ない。そのためあらかじめ類似地形で伝播試験を行い十分なデー  
タを用意しておく必要がある。(二)の機器自体の構造についても前  
述した特殊性に立脚して考慮されねばならない。

機器の使用方法も、従来は数対向のウォークキー・トーカーを携  
行し、一九五三年の英国エベレスト隊のごとく登行状況に伴い必  
要位置にある隊が適時持参したが、電波伝播に対する地形影響を  
考慮せずに通信を行ったため、隊員ノイス氏の著書「I」に述べら  
れるごとく必要キャンプ間に電波未到達の場所を生じて、非常に  
苦心して通話している。したがってそのつど、機器配置について計  
画が繁雑をきわめるようになり、それに伴うスベア電池の配分計  
画もまたさらに複雑となって完全に通信機器の機能を發揮できな

芳 野 赴 夫  
村 木 潤 次 郎



い。別の例として一九五三年のドイツのナンガ・バルバット隊および同年の米国のK・2隊のように一台をベース・キャンプに常置し、一台を山上を行動する一隊が用いる方法は、山上にある隊員間の連絡に用いられない重大な欠点がある。

以上の方法をいろいろと考慮してみると、登山用通信計画を立てるに当たっては、第一に山岳地電波伝播特性に重点を置いて機器の配置を考え、完全に常時通話可能な状態におくべきで、そうあって初めて通信機器を持参する意義が存在するといえよう。

過去の経験からヒマラヤに於ける通信では移動中に通信する必要の生ずることはまれで、ベース・キャンプ、前進ベース・キャンプ、最前進キャンプ間の通話が主となる。移動隊は偵察結果等を前進キャンプとの間にとりかわすが普通で、機器の種類、数量は増加するが、以上の各キャンプに少し重量は増しても固定局として出力および感度のすぐれた機器を設置し、また能率のよいアンテナを建設して常時安定確実な固定通信網を設け、別に移動隊用に小形軽量で移動中の使用に便利な機器を用いてもよりの固定局と通話を行うようにすると、この機器の出力、受信性能、電池容量はもよりの最前進キャンプと通話できる程度でよくなり、非常に小形、軽量とすることが可能となる。これは従来の同一機種を用いる場合に比較して移動隊員に与える負担が軽くなり、結局行動範囲の拡大ができることになって、大局的に見て配置計画が従来にくらば簡単になるとの結論に達した。またこの移動用機を耐寒耐寒構造として六、五〇〇メートル以上の高所にも使えるようにすれば、高所キャンプと低所キャンプ間の連絡もとれ、常に全隊員間の連絡が確保されることになる。

また登頂隊は、補給のきく最前進キャンプを出発してその日の

うちに頂上をきわめて下るのが一般であり、その間は非常な高度と酸素不足のために極力荷物を減らさねばならぬため、過去の各国登山隊で登頂隊が無線機を携行した例は皆無である。しかし今回は、もっとも危険の多い登頂隊にも非常に軽量小形の無線機を携行させ、その安全を倍加することにした。

かくて通信機器は固定局用、高所用移動隊用、登頂隊用の三種を組合わせて一つの通信網を作り、従来の各国登山隊に見られなかったほどの確実な連絡が確保できる計画を立てた。

（過去のヒマラヤ登山隊の通信機使用状況）

一九五三年の第一次マナスル登山隊は、経験がないために、使用周波数、使用機器等の選定に当り確信なしに、米軍、自衛隊で広く使用されている **SCR-58** を六台持参した。使用周波数は山岳地では **VHF** より **HF** のほうが回折伝播に有利と考え六メガサイクルを用いた。しかしこの機器では巨大なスケールのヒマラヤ山中では出力、受信機感度、アンテナ利得が不足をきたし、強力なインド短波放送の混信を受け、さらに短波電波伝播が予想外の複雑性を有したためにはなだしく成績不良であった。また同時にノーベル・フォーンを用いた有線電話を架設したが、雪崩による切断、積雪による絶縁度低下等、その設定、保守が繁雑をきわめ、かつ効果は少なかった。

翌年の第二次隊は、前年の経験により周波数を三メガサイクルにして、アンテナ能率を上げ、機器には沖電気製 **VMA-1** 型三台を携行したが、サマ部落の妨害のためガネッジュ・ヒマール峰に登行したこと、および隊員の **VHF** 電波の取り扱いが不慣れのために十分の用をはたし得なかった。

外国登山隊の例を見ると、一九五三年英国エベレスト隊はバイ

社のウォーキー・フォーン **PTC 122** 型八台を用い使用周波数は七メガサイクルである。しかし文献<sup>2)</sup>によるその使用状況は完全でなく、漫然と全テントに配置し、最高使用高度は七、三二〇メートル（第七キャンプ）、通話のたびにテント外に立って寒風中で非常に苦心して通話した模様で、主要前進キャンプたるサウス・コル（七、八八〇メートル）に上げたものは低温のため動作していない。

同年のドイツのナンガ・バルバット隊はテレフンケン社のテレポルト二型機を用い、周波数は一五二メガサイクルで一台をベースキャンプに、一台は山上の一隊が持参して通話している。同峰の地形上、全登路が完全にベース・キャンプと見通し状態にあったため、このような高い周波数を使用できたのである。文献<sup>3)</sup>によると非常に有効に通話できた模様であるが、最大の欠点として山上の各キャンプ間の連絡が不能であったことが指摘されている。

なお使用範囲は第四キャンプ（六、九〇〇メートル）までであった。

この隊は他のほとんどすべての隊が電源に積層乾電池を使用しているのに反し、ベース・キャンプ（四、〇〇〇メートル）に発動発電機を上げて、通信機には小形、軽量な蓄電池を用い、適時充電して用いており、この方法は保守は繁雑であるが、電池の荷揚げ、配置等の計画の点で簡単になる点、今後とも研究の余地がある。同年のK・2における米国籍の使用機はレイセオン **PRC-6**、使用周波数は約四八メガサイクル、使用法は一台がベース・キャンプ、他は適時各キャンプに携行しており、通話はベースとの連絡が主で、地形に左右され良好な通信例は少ない模様である。

#### 通信機

その他の一九五四年のイタリアK・2隊、一九五五年の英国カレン・ジュンガ隊、フランスのマカルー隊等が無線機を使用しているが、わずかにイタリアのK・2隊を除き、固定通信網を設

定した例はほとんど皆無に近く、イタリア隊も完全ではなく一応これに近い方法をとったにすぎない。したがって最大の目的であるべき常時安定な通信が確保できる状態ではなかった。とくに注意すべきことは、これらの機器はとくに耐寒構造または耐寒対策を施したものではなく、そのため高度七、〇〇〇メートル以上の高所、極寒地にて完全に使用できた例がないことである。

#### （通信計画）

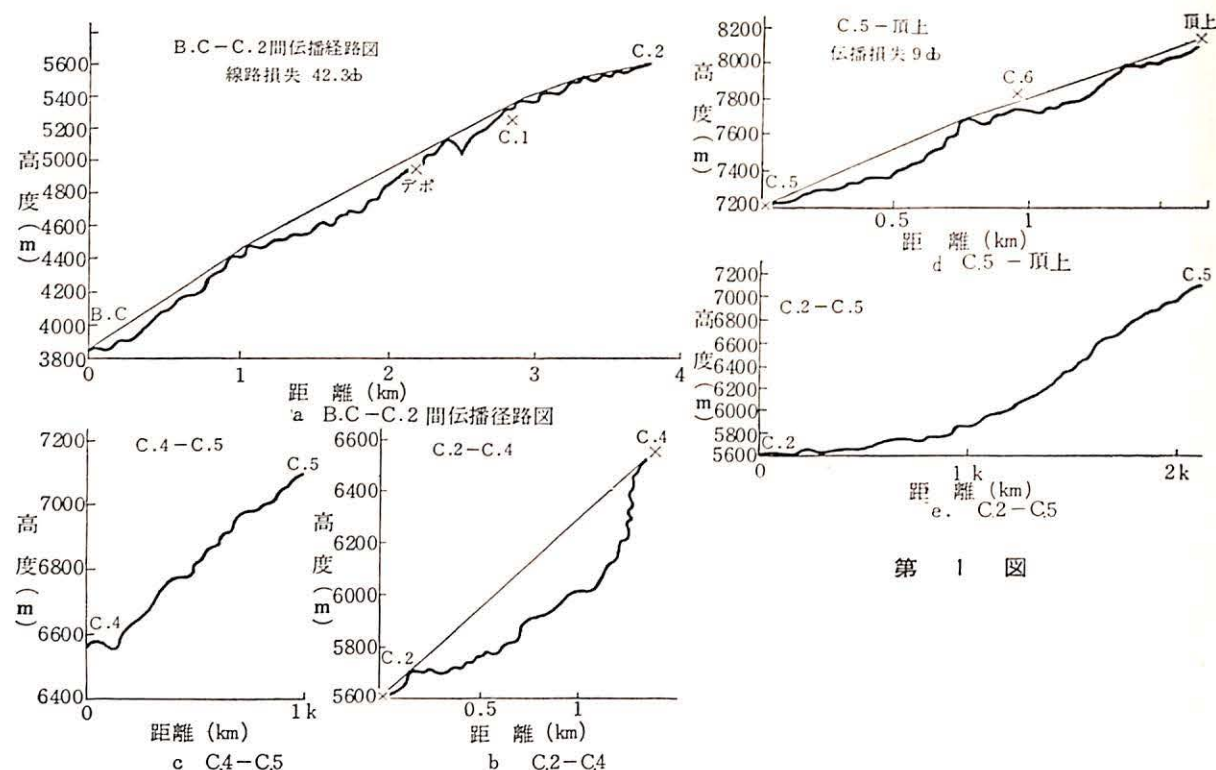
前述のごとく今回は、固定通信網を設定し、これと移動局とを組合わせた、いわゆるマナスル通信網を設定することにした。

すなわち通信計画としては、固定局をベース・キャンプとナイケ・コルの第二キャンプおよびアドヴァンス・ベースたる第四キャンプに配置し、高所用移動機は最初のうちはルートの偵察連絡用に、登頂態勢が整ってからは高所キャンプに定置する。さらに警報送信機を登頂隊が携行するという計画を立てた。その結果固定局用三台、高所用移動隊用機は予備を含めて二台、登頂隊用警報送信機は一台を準備することにした。

前述した通信計画を満足さすべき周波数選定は非常にむずかしい問題である。従来、一般に山岳地伝播は短波帯の回折損等が超短波帯に比べて少なく、また電波の反射屈折および遮蔽の背後への回り込みが大きいので有利と考えられていたが、第一次隊が六メガサイクルを用いて完全に失敗し、また幾多の山岳地における経験から超短波帯に比べて、短波帯は以下の理由により不利との結論に達した。

1 他の短波局により混信を受けること。短波帯には十分の出力を有する送信局が無数に存在し、強力な電波が混信してウォーキー・トーカー等の小電力局の受信は完全にマスクされる。





第 1 図

第 1 表 各国登山隊使用機および周波数

年度	登 山 隊 名	国籍	使 用 機 名	周波数 (含推定)
1953	エベレスト隊	英	パイ社 PTC 122	72 MC
1953	ナンガ・パルバット隊	独	テレフンケン社テレポート 2	約 150 MC
1953	マナスル隊	日	JSCR-563-F	6 MC
1953	K 2 隊	米	レイセオン社 PRC-6	約 48 MC
1954	ガネシュ・ヒマール隊	日	沖社 VMA-1	31 MC
1954	K 2 隊	伊	不 明	約 48 MC
1955	カンチュンジュンガ隊	英	パイ社 PTC 122	71 MC
1955	マカルー隊	仏	レイセオン社 PRC-6	— 55 MC
1956	マナスル隊	日	本文参照	43.85 MC

外国隊の推定周波数は発表された機器による。

3 短波伝播が意外に複雑であるため、伝播経路の想定が困難である。

1 超短波帯では他局の混信の心配が少ない。

2 アンテナ寸法に対し利得がだんぜん大きい。また簡単にビーム・アンテナの製作ができるので小出力電波を能率よく取り扱いうる。

3 伝播経路の想定がある程度可能、超短波は回折損が大きくその点不利であるが、一方山腹による反射、谷間回折等が比較的単純である。

以上の結論から、比較的周波数の低い超短波帯を用いることが最も有利と考えられ、今回は機器

2 アンテナ利得の過少なること。アンテナ寸法は運搬、移動等の理由から自ら限度があり、波長に比して非常に小形となる短波帯では能率が悪い。

の都合および移動局アンテナ長を考慮の上、四三・八五メガサイクルを用いた。また周波数が約八〇メガサイクル以上では地形上好条件に恵まれない限り回折損が多く不利となる。使用例としては、一九五三年のドイツのナンガ・パルバット隊が一五〇メガサイクル帯を使っているにすぎない。第一表に最近の各国登山隊の使用周波数を示してあるが、だいたい三〇ないし七〇メガサイクルくらいを使用しており、推定の正しさを裏書きしている。

第一次登山隊の写真測量による地図をもとに前述の通信計画にしたがって、ベース・キャンプ——第二キャンプ、第二——第四キャンプ、第四——第五キャンプ、第五キャンプ——頂上、第二——第五キャンプ間の電波伝播通路図を作成した結果が、第一図 a、b、c、d、e である。

この通路における周波数四四メガサイクルの損失をバrinton のノモグラフ〔4〕にて算出した結果が図中に記入してある。この図から前述した通信計画において、第一の問題はベース・キャンプ——第二キャンプ間の回折伝播損失が大きいこと、第二は頂上——第五キャンプ間でプラトリーのカバード・グレンジャー下端（ピナクル岩峰付近）が回折点となることである。この第一の回折損失は最初から予想された問題で、ベース・キャンプに指向性アンテナを設置して電界強度の利得を補う予定であったが、第二の点は途中からの計画変更によって生じたものである。

当初はノース・コル経由でプラトリーに達する予定を立てており、アドヴァンス・ベース——ノース・コル（第六キャンプ）、ノース・コル——プラトリー末端（第七キャンプ）、プラトリー上の第七キャンプ——第八キャンプ間はいずれも見通し距離内にあって問題なく、また登山隊使用の警報発信器もプラトリー上では十分受信可能な状態で

あり、登頂信号を受けたプラトリー末端の第七キャンプから下部に伝達する予定であった。かように基本計画の上では全く完全なものであったはずであるが、登頂の有力な機縁となったプラトリー・ルートの変更が、通信機のためにはかえってその機能を百パーセント発揮し得ぬ原因になるというやや皮肉な結果となったのである。

#### 〈山岳地における伝播試験〉

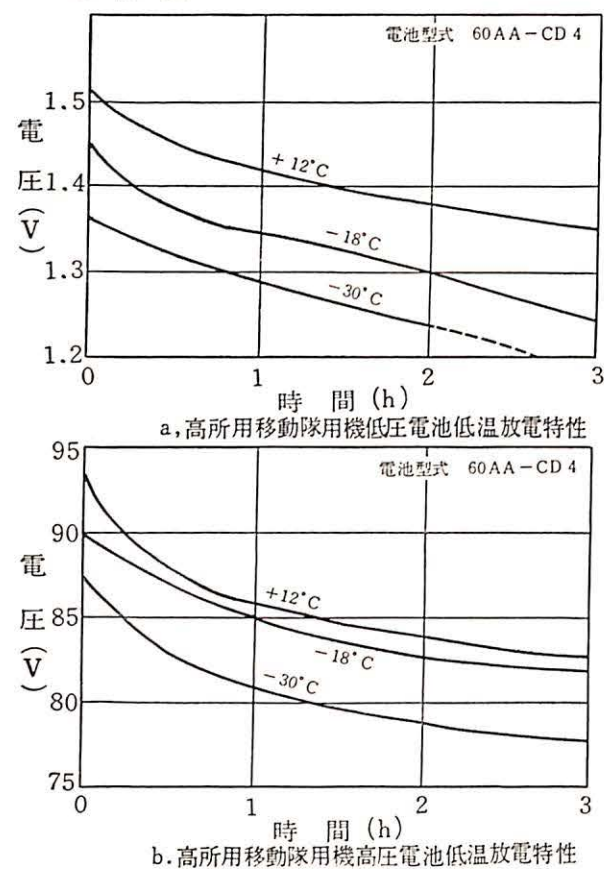
昭和三十一年一月志賀高原熊の湯を中心とした付近山岳で隊員の取扱訓練もかねて冬季山岳地の伝播試験およびアンテナの耐風雪試験を行った。幾多のデータを得たが、山岳による回折伝播の実測値を一例にあげる。機器は熊の湯と渋峠付近の池の塔山頂キャンプに置き、また横手山側壁に沿って移動しつつ測定した。このときの伝播路は第二図のように一回回折である。この結果から池の塔では電界強度の計算値と実測値が近似しているが、A 点の位置では計算値が毎メートル七マイクロボルト、実測値は毎メートル一マイクロボルト以下となって遮蔽度の大きいときにはバrinton の方法では誤差を生ずることが証明される。

#### マナスル登山用通信機器の遭遇する特殊問題

ヒマラヤ登山に使用する無線機器にとくに問題となるのは高所における気温の低下と、強風雪下にて簡単に確実に動作する、いわゆる極寒地用通信機器でなければならぬということである。

#### 〈ヒマラヤにおける気象〉





第3図

〔輸送中の自然消耗を考慮した電池量の決定〕  
ヒマラヤ登山においては、実際に登山を開始するまでに長期間を要し、かつ熱帯地方を通過するときには船倉内の温度上昇のため自然消耗が増加する。その程度は未測定のために製造後約七ヵ月経過後の電池放電特性(約四〇パーセントに低下)を基準とし、一日の使用時間各機一・五時間として使用量を決定した。第三表に、使用電池の持参量と消耗状況を示した。

〔水晶発振子の問題〕

固定局用機的水晶発振子は使用位置が六、五〇〇

性率が大きく、復元力も大きい。また同系の接着材で簡単に工作可能等の大きな利点を有しているが、一方最大の欠点として毛細管現象により湿気を急速に吸い上げて含み、その状態で冷却すると劣化し、衝撃によって破壊することがある。乾燥状態で冷却するときには摂氏零下四〇度で若干弾性率が小さくなるが十分使用できることが実測された。今回はこの外側に携帯をかねてゼラン防水を施したナイロン・テント地で袋を作りかぶせたが、とくにヒマラヤの高所のごとく乾燥した地域ではこれで十分であった。

これは摂氏一二度に安定した外気中にある機器を摂氏零下三〇度の恒温槽中に投入した結果で、この図から推定できるように電池の寿命は摂氏零下三〇度において、未処置に比較して高所用移動隊用機で約二倍、警報送信機は約一・六倍に延長され十分この目的を満足し得た。現地では電池の保存上の問題、製造後約半年経過後という悪条件下にあるので、とくにこの処置が必要となり、この結果平均二朝以上寿命を延ばすことができた。

〔電池の取り扱いについて〕

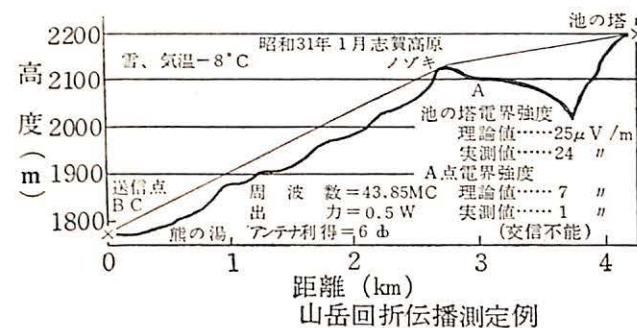
極寒地の電池の保存は必ずテント内に置き、野天に放置することは著しい消耗をきたす。

高所キャンプでは、夜間寝袋内に入れるくらいの処置をとるべきでとくに製造後長期間を経たものほどその注意が必要である。また一度使用した電池は次回に使用するときにはなんらかの方法で予熱すると、寿命に大きく影響があることが認められた。

### 〔耐寒対策〕

以上の資料より高度六、五〇〇メートル以上の低温域で使用する移動用機と頂上付近で使用される警報送信機に耐寒対策を施すことにした。

低温域で安定確実な通信を行うために障害となるおもな問題は第一に積層乾電池の性能、とくに寿命の低下、第二に水晶発振子



第2図

一九五二年の踏査隊、第一次登山隊による測定結果〔5〕から予想される温度変化範囲として、プレ・モンsoon期におけるネパール・ヒマラヤの高度六、五〇〇メートル以上の雪上気温は、昼間日照時には強力な紫外線と輻射熱の影響を受け相当高温に達するが、

一方、夜間には高度七、〇〇〇メートルでは、摂氏零下二〇度以下になる。一九五三年五月三十一日、第九キ

第2表 種々な保温材の性能の比較

保温材	厚さ(cm)	低下時間(時)
カネカロン	1	5.2
モルトブレン No. 60	1	5.3
フェルト	1	1.2
グラス・ファイバー	0.5	1.0
毛布	1 重	0.45
毛皮(犬)	2 重	0.50

外気温  $+12^{\circ}\text{C}$ 、恒温槽温度  $-30^{\circ}\text{C}$   
動作中の高所用移動隊用機の内部温度が  $+12^{\circ}\text{C}$  から  $-15^{\circ}\text{C}$  まで下るに要する時間  
カネカロンは形状保持困難

機器の構造は、送受信機と電池を完全気密構造の一体金属キャビネットに収め、真空管の放熱を有効に電池予熱に用い、その金属キャビネット全体を保温材の袋中に収める方法をとった。保温材としては種々の有機化合物、毛布、毛皮等が考えられるが、第二表のようにMTP化成製の厚さ一センチのモルトブレン No. 60 (ポリエステル・イソシアネート) を使用すると工作が容易であるうえ、弾性に富み耐震問題も同時に解決され、良好な結果が得られた。モルトブレン No. 60 は多泡性合成樹脂で保温性、通気性に富み、常温での弾



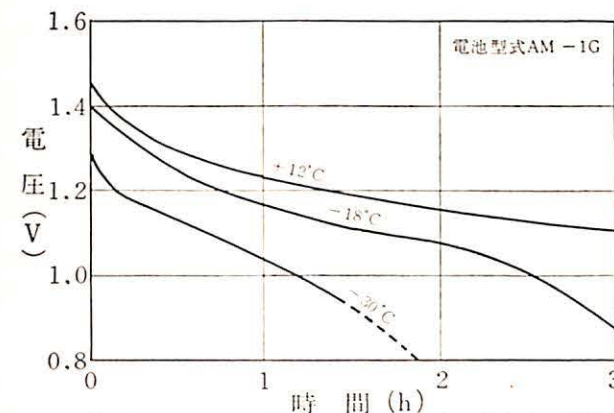
組込むことは機器が大型となり、受話器による耳の凍傷について考慮が必要となる。また操作に神経を使わせないよう、スイッチを入れると電波が放出となり、その切換により変調周波数を高（1000サイクル）、低（400サイクル）に変え、安全、危険等の簡

須条件となる。またこれを使用する隊員は通信機器の取り扱いに對してしるうとであるとともに、非常の場合のように精神が動揺している時にも操作が可能であるために、必要最小限の調整部のみを取り付けることにせねばならない。したがって高所用移動隊用送受信機には、一 アンテナ、二 受話器、三 電源スイッチ、四 送受切換スイッチのみの調整部を取りつけた。

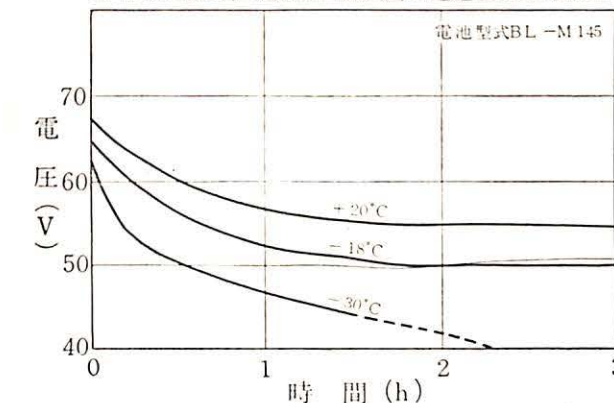
機器の構成としては、機器本体にマイクロホンを取り付け、受話器のみを別に取り付ける形式とした。これは重量の比較的軽い機器であることが必須条件であるが、今回は性能が設計値を満足する高性能のままで重量を軽減できたのでこの方式を採用し得た。

この形式はわれわれが山岳地で使用した経験から最適構造であると断定できる。この形式の取り扱いにはマイクロホンが機器の前面に取り付けられているため、両手で顔の正面に保持できる。動作は対称的で疲労の伴い方がはるかに軽減され、両手保持のため送受切換が楽になり羽毛手袋をはめていても容易に取り扱い可能で、そのうえアンテナの位置も比較的高くできる。また両手で機器がしっかり保持され強風下の使用も楽になる。受話器は耳の位置まで延長され強風寒冷時は羽毛服の頭巾中に入れることができ、他の形式のように耳を露出する必要がないため凍傷の心配はまずない。したがって設計に当り、四つの操作部を機器の左側上面に集中して取りつけ、左手指のみで操作できるようにした。

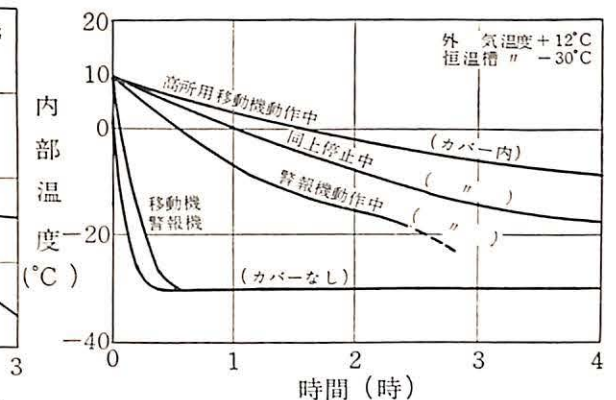
登頂隊員は酸素マスクを着用するために送話困難で、受信機を



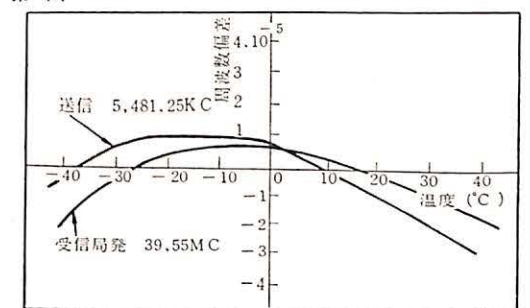
第4図 a. 登頂隊用警報送信機高圧電池低温放電特性



第4図 b. 登頂隊用警報送信機高圧電池低温放電特性



第5図 ソルトプレーンカバーの有無による内部温度低下特性



第6図 水晶発振子温度対周波数偏差特性

第3表 電池の持参量および使用量

使用機	電池名称	1回必要量	総量	使用数
高所用移動隊用機	A.B			
警報送信機	A	1	30	21
"	B	1	10	6
固定局用機	A	1	5	3
"	B <sub>1</sub>	15	900	600
"	B <sub>2</sub>	5	200	140
"	BL-145	1	30	20

ただし、固定用機 3 台、高所用移動隊用機 2 台、警報送信機 1 台分を示す。また単一および BL-160 の一部は全波受信機用として用いられた。

メートル以下のテント内に限られるため、T型水晶片で十分である。しかし、六、五〇〇メートル以上の高所の野外で使用する高所用移動隊用機、および登頂隊用警報送信機には HC-6/U 型水晶片を用い無恒温槽で摂氏零下五〇度より五〇度までの温度範囲の周波数偏差が、送信用  $3 \times 10^{-5}$  以内、受信局発用周波数 5,481.25 KC 以内、 $4 \times 10^{-5}$  以内、周波数 39.55 MC に押さえることが必要となり、明電舎の努力

により解決できたのであった。第六図は使用発振子の主要周波数偏差を示し、とくに低温部の偏差に重きを置いて製作した。〈暴風雪下での取り扱いについて〉高所は烈風極寒のちまたであり行動する隊員は常に厚い羽毛手袋を着用するため取り扱いの簡易なることが必

単な符号を送るいわゆる警報送信機を製作した。

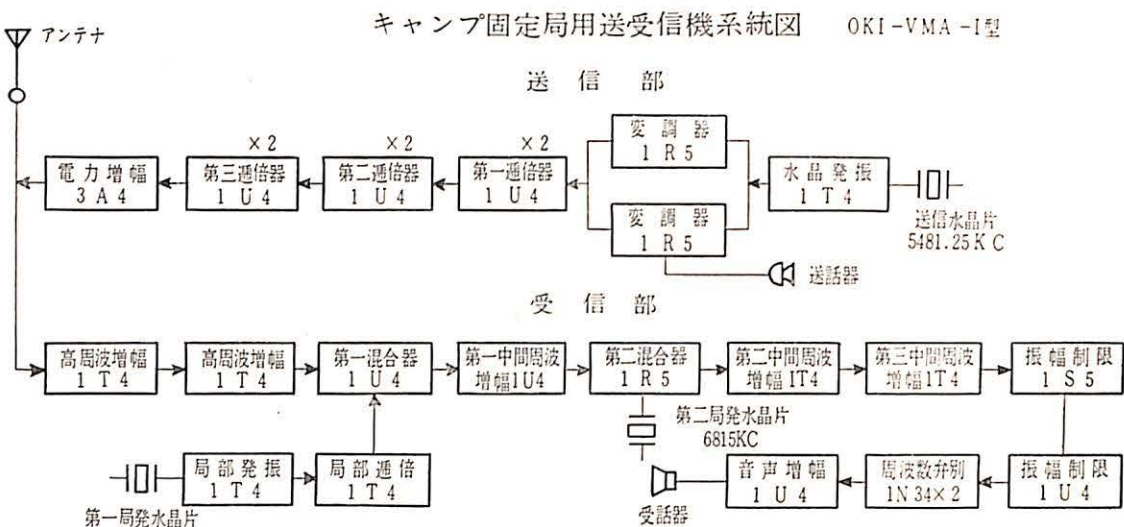
電池交換の難易もまた重大な問題である。風雪中では交換中に機器内部に雪片が入り込み故障の原因となり、また内部温度が降下し電池の寿命を損する。電池の種類、数量、接続の方向等がまちがえやすいものは、不意に交換の必要が生じたときの通話中絶時間が長くなり、また誤接続のため機器の故障の原因となる等の理由があるからである。電池の交換は風雪中でも簡単な操作で短時間内に行うため、高所用移動隊用機では一・五ボルトと九・ボルトの複合乾電池を一個使用して解決し、交換の所用時間は約三十秒である。この結果は決定的なもので非常に有効であった。警報送信機も交換の所用時間は約四十秒である。

〈アンテナの耐風、対着氷問題〉

耐風強度の決定は前述した測定結果〔5〕に基づき、高度五、七〇〇メートル以上の地域の瞬間最大風速は毎秒五〇メートルを超えることもあるが、気圧が低いため風圧はそれほど大きくならない。高度五、七〇〇メートル以下では測定値〔6〕により毎秒三〇メートルくらいとして耐風強度を決定した。高度五、七〇〇メートル以上の降雪中の気温は摂氏零下一〇度以下のため雪質は乾燥雪で着雪氷の問題はなく、したがってこの領域の雪は完全な絶縁物として取り扱えるため、給電線等は雪中に埋没して用いることができ。しかし機器を接地する必要が生じたときはおそらく非常に困難となる。

一方高度五、七〇〇メートル以下の領域では、零度付近の湿雪が降るため風雪時にアンテナ各部の風上側にエビノシッポと称する着氷現象が起り、アンテナ先端部の重量が増加して基部強度が不足し、また絶縁物に着氷すると短絡等の原因となる。とくに給電





第 7 図

して、沖電  
気製 OKI-  
VMA-1  
型を選定し  
た。これは  
第二次隊が  
ガネッシュ・  
ヒマールで  
使用したこ  
とがあり、  
元来警察用  
携帯無線電  
話機として  
設計、製作  
されたもの  
で性能はす  
でに定評あ  
る市販品で  
良好なる結  
果をうるこ  
とができ  
た。内地で  
の伝播試験  
の結果では  
一方を半波  
長ダブルレ

ット・アンテナ、一方を三素子ビーム・アンテナ（高さ六メートル、利得六デシベル）とすると有効到達距離は平地で約七キロメートルの性能があった。

回路および構造 回路は第七図の系統図に示すように、受信機はダブル・スーパー・ヘテロダイン方式で、送信機は五、四八・二五キロサイクルの T 型水晶片で発振し、これを八通倍している。変調器は二ベクトル合成位相変調回路で比較的変調度が深く直線性もよい。その主要性能は第四表のように要求性能を満足している。

構造は上下二段になり、上部は送受信機部、下部は電池およびその接続部から成っている。機器構成は機器本体と送話器とが分離しており、四号電話器型の送話器に送受切換用の蝶形スイッチを付けたものである。

〈高所用移動隊用送受信機〉

要求性能 本機は高度六、五〇〇メートル以上の高所で用いられるため摂氏零下四〇度の低温に耐えうる耐寒性能をもち、とくに取り扱いが簡単容易で他の荷物といっしょに携行できる程度の小型軽量、しかも電池の寿命が長く交換が簡単で種類も少なく、少少の衝撃では破損しない耐震性を有する等のあい矛盾した性能を備えることが要求される。

本機の用いられた区間は主として第二キャンプ——第五キャンプ間と第二キャンプ——第四キャンプ間および頂上——第五キャンプ間で、最大距離は第一図 e のように第二キャンプ——第五キャンプ間が見通しで約三キロほどで、第二キャンプ、第四キャンプにある機器の性能がよく、またこの移動用機を固定局の予備機として使う場合も考慮し、対向通話で受信  $S/N$  比 = 20 db 以上に

線接続部に障害を与えるためこの区域に用いるアンテナの構造に注意が必要となる。

### 使用機器の設計および選定

#### 〈固定局用送受信機〉

要求性能 前述のようにベース・キャンプ、第二キャンプ、第四キャンプのテント内に設置する。第一図に示すベース・キャンプ——第二キャンプ間の伝播回折係数が四二・三デシベルでアンテナを半波長ダブルレ、送信機出力は電池容量等を考慮して〇・五ワット、受信電界強度は最大約毎メートル三マイクロボルトと仮定し、伝播損失安全係数一〇デシベル、電池消耗、 $S/N$  等を考えると理論値ではとに角、実験値では約五デシベルくらいの感度不足となる。すなわち、

$$B-C-C, 2 \text{ 間直線距離 } 3.75 \text{ km}$$

$$B-C-C, 2 \text{ 間 } 1 \text{ W 出力による自由空間利得 (ポイントによる)}$$

$$(E_r)_{1W} = 65.7 \text{ db}$$

これを 0.5 W に換算すると

$$(E_r)_{0.5W} = 59.7 \text{ db}$$

$$B-C-C, 2 \text{ 間回折損失 (総計)}$$

$$S = 42.3 \text{ db}$$

$$\text{伝播損失安全係数}$$

$$S_s = 10 \text{ db}$$

$$E_{rx} = (E_r)_{0.5W} - [S + S_s]$$

$$= 59.7 (\text{db}) - [42.3 (\text{db}) + 10 (\text{db})]$$

$$= 7.4 (\text{db}) \approx 2.4 (\mu V/m)$$

受信機の受信感度は三マイクロボルトであるから、〇・六マイクロボルトの不足となり、この他給電線伝送損失、整合損失等を考慮すると少なくとも約五デシベルの感度不足となる。これをお

第 4 表 固定局用送受信機的主要性能

形 式	名 称	沖 OKI-VMA-1 型
使用波数	(MC)	高度 6,500 m 以下のキャンプ固定局
定 格 出 力	(W)	43.85 (水晶制御)
有 効 通 達 距離	(Km)	0.5
通 信 方 式		7
変 調 方 式		プレストーク式
最 大 変 調 度 式		FM
受 信 方 式		2000 ~ で ± 10 KC
受 信 感 度		RF 1-1 st · IF-2 nd. IF 4
受 重 量	(kg)	ダブル・スーパー・ヘテロダイ
寸 法	(mm)	3 μV/m
電 池 寿 命		9.5
電 池 電 圧		258×265×108
電 池 電 圧		単一×15, BL-145×1, BL-160 B×5
電 池 電 圧		0°C で約 60 時間
電 池 電 圧		(送:受=1:4 連続)
電 池 電 圧		製 造 者
電 池 電 圧		沖電気工業株式会社

ぎなうために、ベース・キャンプに利得約六デシベルのビーム・アンテナを建設することにし、機器には受信感度三マイクロボルト以下、出力〇・五ワットくらいの性能を有し、少々型態が大きくとも受信安定度のよい、変調の深い機器を選ぶことにした。この機器の使用位置は高度六、五〇〇メートル以下のテント内に固定して設置されるため耐寒構造にする必要はない。変調方式は AM、FM がともに、とくにヒマラヤ登山に使用する場合に、その利害得失は明確でない。しかし積乱雲の発生、雷、風雪等の帯放電等の自然外部雑音等を考慮すると FM を用いることが有利である。固定局用送受信機としては、とくに要求性能を満足するものと



第5表 高所用移動隊用送受信機の主要性能

使用範囲	高度 6,500 m 以上の高所, および移動隊
周波数 (MC)	43.85
定格出力 (W)	0.4
有効通達距離 (km)	3.5
通信方式	プレストーク
発振周波数 (KC)	5481.25
水晶片周波数偏差	-50°C~+50°C で $3 \times 10^{-5}$ 以内
変調方式	FM
最大変調度	1,000 c/s で $\pm 5$ KC
受信方式	RF 2-IF 4 スーパー・ヘテロダイナ
受信感度	10 $\mu$ V/m 入力 で S/N=20 db 以上
局部発振周波数 (MC)	39.55
局発水晶片周波数偏差	-50°C~+50°C で $4 \times 10^{-5}$ 以内
重量 (kg)	3.5
寸法 (mm)	214×62×177
電源電池	60 AA-CD 4×1
電池寿命	0°C で 30 hrs
(送:受=1:4 連続)	-30°C 14 hrs
原型機名	東芝 ZS-1342 A 型 (150 MC 0.5 W)
改造	電気通信大学電波伝播研究室

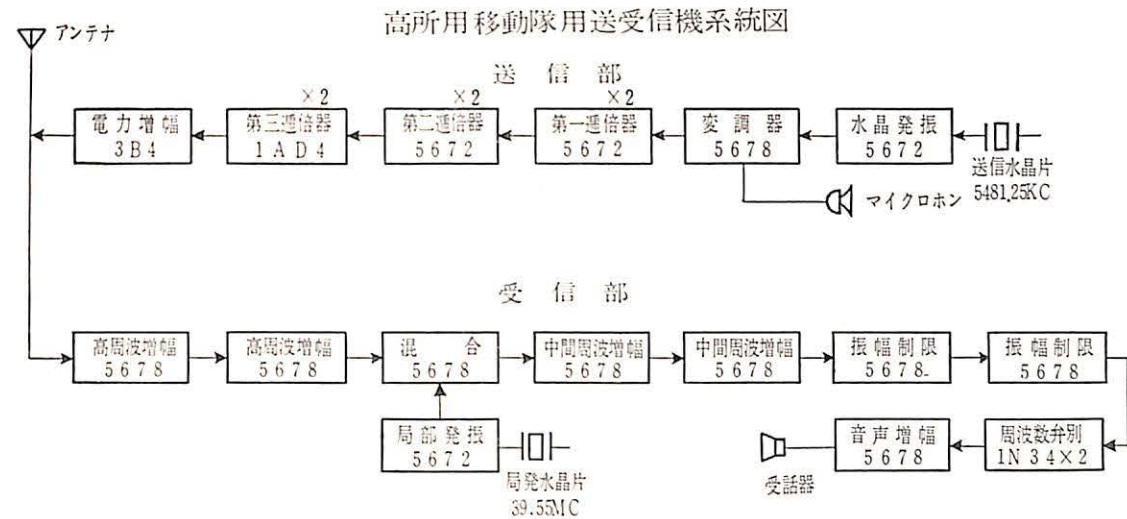
プレート電率五〇パーセントとして出力の大略値を算出すると、  

$$\text{出力} = 90 \times 15 \times 10^{-3} \times 0.5 = 0.6 \text{ W}$$
  
 プレート電率五〇パーセントとして出力の大略値を算出すると、  

$$= -122(\text{db}) - (-118(\text{db})) = -4(\text{db})$$
  

$$\approx 0.4 \text{ W}$$
  
 で約〇・四ワットの出力が必要になる。九〇ボルトのプレート電圧でこの出力をうるためには、低電圧で電率よいビーム管 3B4 を使用して解決した。すなわち 3B4 は、  

$$E_b = 90 \text{ V}, E_{cg} = 90 \text{ V}, E_c = -8 \text{ V},$$
  
 C線増幅で  $I_b = 15 \text{ mA}$



第8図

制限すると  
 き双方四分  
 の一波長の  
 ホイップ・  
 アンテナを  
 用いて約三  
 ・五キロの  
 有効通達距  
 離を有する  
 ことが要求  
 される。  
 回路以  
 上の要求性  
 能を有する  
 機器は市販  
 されていな  
 いため、電  
 気通信大学  
 電波伝播研  
 究室にて新  
 たにこの要  
 求を満足す  
 る機器を設  
 計製作する  
 ことになっ  
 た。しかし

試作期間を節約し極力小型にするために東京芝浦電気製の携帯用  
 〇・五ワット無線電話機〔ZS-1342 型〕二台の寄贈を受け、この  
 内部の主要部を利用し、本機の使用周波数が一五〇メガサイクル  
 用のためこれを四三・八五メガサイクル用に、また高所用移動隊  
 用の目的に合うように電気通信大学にて再設計を行い、それによ  
 って改造を行った。

この改造後の高所用移動隊用機の回路系統は第八図のようにな  
 った。電源電池にはスペアの配置計画の繁雑をさけるため電池の  
 種類を単純化し、同時に交換が簡単で耐寒対策上有利となるため、  
 一・五ボルト——九〇ボルトの複合電池 60 AA-CD 4 型を一個用  
 いた。

平面大地上で三・五キロの通達距離を確保するためには、改造  
 後の受信機の感度が S/N 比を二〇デシベルにとると約一〇マイク  
 ロボルトとなる。したがって送信出力を決定するには、四四メ  
 ガサイクルでのアンテナの最少有効高  $h_o$  は  $h_o = 2.5 \text{ m}$

平面大地上出力一ワット、ダブルレット・アンテナで送信したときの  
 三・五キロの地点の受信電力  $P_r$  を算出すると (バリントンによる)

$$P_r = -112 \text{ db} (1 \text{ W} = 0 \text{ db})$$

送受信ともホイップ・アンテナとすると、その利得および入力イ  
 ンピーダンスを考慮し、実際の一ワットで送信したときの受信電  
 力  $[P_r]_{\text{マイク}}$  は

$$[P_r]_{\text{マイク}} = -112(\text{db}) - [3(\text{db}) + 3(\text{db})] = -118(\text{db})$$

受信機への入力電界を毎メートル一〇マイクロボルトとし、ホイ  
 ップ・アンテナを用いたときの受信電力  $[P_r]_{\text{recv}}$  は、マイナス  
 一二デシベルであるから、求める送信機の出力  $P_T$  は

$$P_T = [P_r]_{\text{recv}} - [P_r]_{\text{マイク}}$$

電池の電圧降下等を考慮しても〇・四ワットは確実に得られ、プ  
 レート損失も一ワット以下で問題はない。またエキサイターは  
 1AD4 をダブラとして使用して、〇・四 W の出力をうるに足るグ  
 リッド励振電力を得られる。この結果、原形に比較して B 電源電  
 圧を下げ、フィラメント電流も受信状態で二〇〇ミリアンペア、  
 送信状態で四七〇ミリアンペア節約できた。以上の計算結果か  
 ら、設計し完成した本機の主要性能を第五表に示す。

使用水晶片の性能はすでに「水晶発振子の問題」に述べ、その  
 特性は第六図に詳細に図示されている。

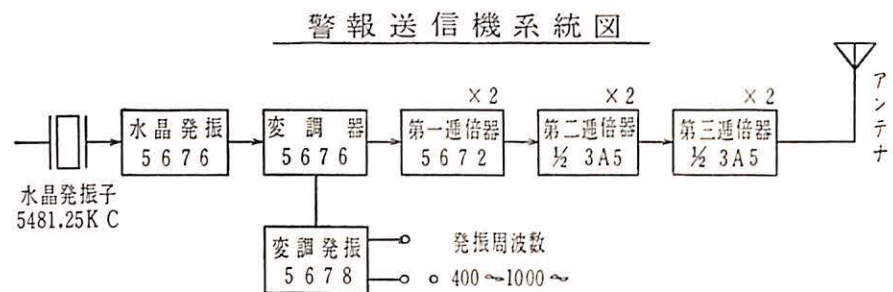
構造 高所用移動隊用というきわめて特殊の用途を満足する  
 ため、「耐寒対策」に述べたような、耐寒構造として新たに設計し  
 製作した。特に高所における性能向上に重点を置いて、筐体(ケース)を完全  
 気密構造の一体金属キャビネットとし、暴風雪下での取り扱いを  
 容易にするため「暴風雪下での取り扱い」で述べたように機器本  
 体にマイクロホンを取り付け、受話器のみ別にケーブルで接続す  
 る形式とした。

同じく前に述べたように操作部は筐体上面左側に集中して取り  
 付け、押しごたえのあるストロークの長い押しボタン・スイッ  
 チを用いた送受切換スイッチは左側手前の角に配置し、押したとき  
 送信となり、そのまま前側面の筐体内に取り付けられたマイクロ  
 ホンに向かい話す。

電源スイッチは送受切換スイッチの右側に並べて取り付けた。  
 このため機器をさえたまま左手親指だけで送受切換、電源オン、  
 オフの操作が羽毛手袋をはめたままできる。

筐体は厚さ〇・五ミリの軟鋼板を用いて電源部と 212×174×  
 62 ミリの寸法となった。電池交換のために上より七五ミリの寸法





第 10 図

回路は電池の寿命限度を考慮し終段に電力増幅管を使用せず、通倍出力をそのまま送出し、真空管を一本節約した。通倍段数は三段で八通倍し、発振周波数は五、四八・二五キロサイクルの HC-90 型水晶片とし、高所用移動隊用機と互換性をもたせ、また信号には

したがって回折損を差引くと、一ワット出力で実際の受信電力

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

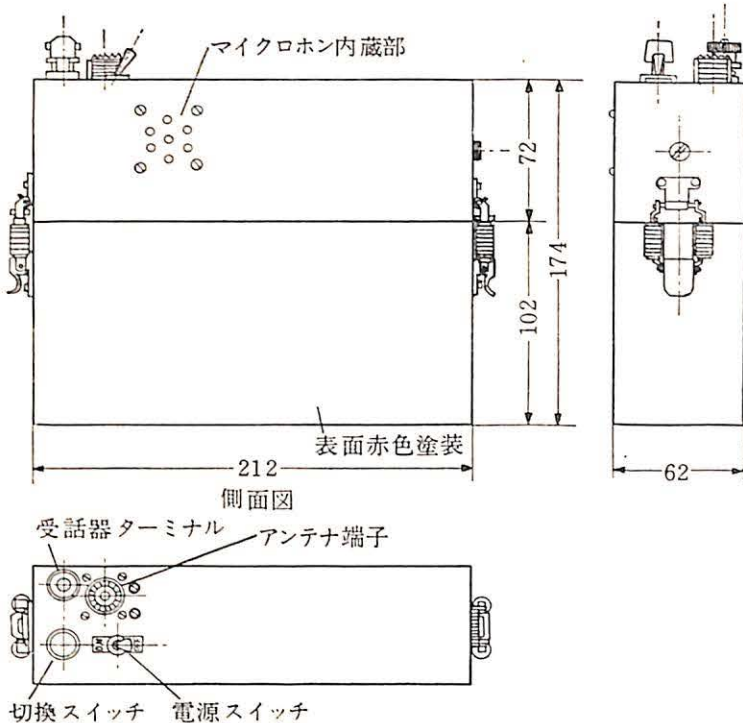
$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$

$$P_r = [P_r] - [P_r]_{\text{rcvr}} = 120(\text{db}) - [-111(\text{db})] = -9(\text{db}) = 0.1\text{W}$$

$$[P_r]_{\text{rcvr}} = -106(\text{db}) - 5(\text{db}) = -111(\text{db})$$



第 9 図 高所用移動隊用送受信機 框体寸法図

目的を十分満足する結果を得た。(耐寒対策参照)

携帯 携帯にはモルトブレン保温材の外側にゼラン防水を施したナイロン・テント地にて袋を作り、その外面に受話器入れポケットをつけ、運搬は簡単に、他の荷物に結びつけて運ぶことを主体としているが、一方簡単に、肩掛け、背負いの両方が可能で、通信機のために高所で貴重な人員一名をさかぬよう留意してある。

〈登頂隊用警報送信機〉

登頂隊も無線機を携行することが望ましいが、現在市販されている製品は容積、重量、取り扱いの点より見て満足するものがないので、電気通信大学電波伝播研究室にて新たに設計製作した。

要求性能 (一) できる限り小型軽量で容積は防風衣のポケットにはいることが望ましい。

(二) 取り扱い操作、電池交換が容易で摂氏零下四〇度以下の低温域に十分耐え、確実に動作し、電池の寿命は連続一・五時間以上、有効到達距離は頂上——第五キャンプ間が届けばよい。

(三) 単にスイッチの切換えによって変調周波数を高低に切換えうること。

回路 第六キャンプと頂上からの信号が第五キャンプにある高所用移動隊用送受信機にて受信できればよい。

第二図 d の頂上——第五キャンプ間の伝播通路図より、回路損失はバリンソンの刃型による回折損を求めるノモグラフより

$$\begin{aligned} \text{頂上——第五キャンプ間の距離 } d &= 1.9 \text{ km} \\ \text{山の高さ } H &= 32 \text{ m} \\ \text{山の位置 } d_1 &= 900 \text{ m} \end{aligned}$$

変調周波数を切換えて行い、変調周波数として(低)四〇〇サイクル、(高)一、〇〇〇サイクルを選ぶ。

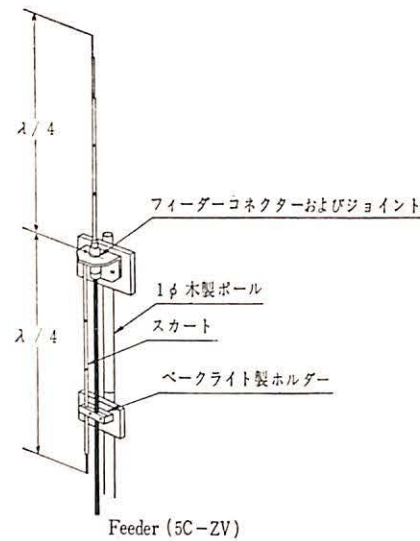
第一〇図に警報送信機の系統図を示す。主発振回路は調整による周波数偏移を防止する意味で無調整式とし、発振管が陽極が抵抗負荷で次段の変調器も抵抗結合であるため、第一通倍器のグリッドを十分励振させるため出力の大きいサブミニチュア管 5676 を使用し、変調器は  $C_{pr}$  を利用したベクトル位相変調回路で CR による無調整回路とし、二〇ボルトの低周波入力で十分周波数偏移を生ずる回路とする。被変調管は  $C_{pr}$  の大きい 5676 を使用した。変調信号発振は 5678 の三極管接続でトランジスタ用トランスにより発信回路を作り、グリッド側のコンデンサをスイッチにより挿入して変調周波数を高低に変化する。

第一通倍器は 5672 を用い、第二、第三通倍器はミニチュア双三極管 3A5 を用いてスペースの節約をはかった。3A5 の特性は、電源電圧を  $E_b = 6.75 \text{ V}$  とすると特性曲線より  $I_b = 5 \text{ mA}$ 、通倍器としてのプレート効率を五〇パーセントとすると出力は  $P_r = 67.5 \times 5 \times 10^{-3} \times 0.5 = 0.16 \text{ W}$  となり十分である。

以上の諸点に基いて設計し製作した結果、本機的主要性能は第六表のようになった。全プレート電流約一五ミリアンペア、フィラメント電流約五〇〇ミリアンペアである。電源電池は小型の複合電池が市販されていない現状であるので、比較的小型で容積上都合のよう BL-M145 (67.5 V) を B 電池に用い、A 電池は取り扱この容量の点から AM-1G を一本用いた。

構造 容積を小型に、またサブミニチュア管を支持するため金属シャーシ構造とし、これを第一一図の寸法の厚さ一ミリの





第12図 ダブルレット・アンテナ見取図

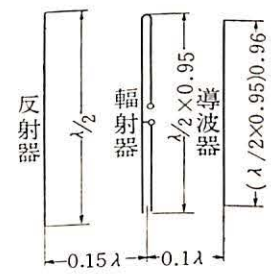
得のビーム・アンテナを設置する必要がある。またナイケ・コルに荷揚げが終了後は登行は主として第二キャンプ以上にその力が注がれ、第二キャンプが横隊長の指揮所となるため、この時期には第二キャンプにビーム・アンテナをダブルレット・アンテナと交換して頂上向けに設置することにした。この使用高度は五、七〇〇メートル以下のため着氷の危険がある。

第二キャンプの登山前半期と第四キャンプは、無指向性が望まれ、通信路距離も短いため、アンテナは垂直ダブルレット・アンテナを建設する。これに用いたアンテナは第一二図のような構造とし、アンテナの支柱には高さ三メートルの簡単な木柱をナイロン・ロープ・ステーにて雪上に立てた。この設計耐風強度は40m/sec/mphである。使用高度は五、七〇〇メートル以上、第二キャンプも登山初期(四月ごろ)のため気温が低く着氷については心配ない。高所用移動隊用機、登頂隊用警報送信機は四分の一波長五段伸縮型ホイップ・アンテナを用いた。この短縮率は〇・九七二、S.W.R.は一・一四である。取りつけは同軸接栓によるねじどめ

このアンテナの使用高度は五、六〇〇メートルを最高とし、最大風速は毎秒約四〇メートルとすると地上風速に換算し、設計上の耐風強度は、地上でいたい毎秒二五メートルに耐えるよう強度を決すればよい。設計に際し、輻射器に一二・七ミリの直径、内厚一ミリのアルミニウム・パイプを用い、アンテナ基部の強度計算を行った結果、基部の応力は $1.18 \text{ kg/mm}^2$ と算出され、アルミ

- (四) 適当な指向性を有すること。
- (五) 使用高度はすでに述べたように着氷の危険性が大きい。

- (一) ビーム・アンテナの設計および構造 以上の要求を考慮して電気通信大学電波伝播研究室にて設計製作した。形式は三素子八木アンテナとし、支柱の排列面にはいることによる輻射特性の乱れを防ぐために、支柱にスカートを付して輻射器とし、上部は整合のため折返型である。各素子の寸法は既出のデータを参考にし第一三図のように寸法割合を決定した。
- (二) 地上風速毎秒二五メートルに耐えうる強度を有し、組立容易で運搬に際してはできるだけかさばらないこと。
- (三) 垂直偏波のため特殊構造となるが、構造はできるだけ簡単なこと。



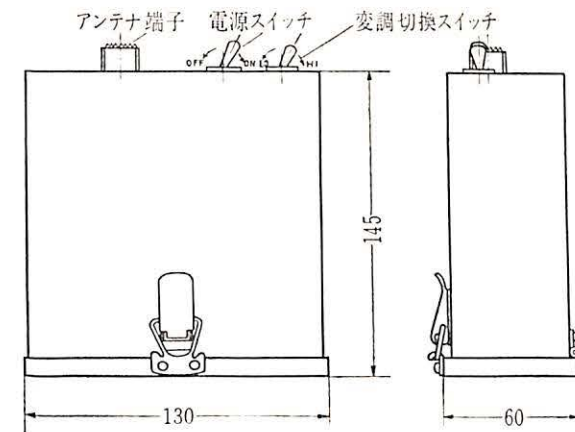
第13図 三素子ビーム・アンテナの寸法割合

アルミ製接合部に入れた。電池交換は箱体の底蓋を蝶番にて開閉し、簡単にA、B両電池を引出しうる構造で所要時間は約四十秒である。寸法は電池に制約され145×130×60ミリの大きさとなった。

本機の取り扱いには登頂隊員が操作が複雑のため余計な神経を使うことをさけるため、本機の上面にアンテナ端子、電源スイッチ、変調切換スイッチがあるのみで、アンテナを接続し、電源スイッチを入れると電波が放出となり、変調切換スイッチの切換えによって簡単な符号を送信する。

本機の使用位置は第五キャンプ——頂上間、すなわち最高所で

使用されるため耐寒対策は最も重要な問題となる。電池の低温保護は二一四ページで述べたように厚さ一センチのモルトプレーンNo.60を用い、この低温放電特性および保温性能についても同じく詳しく述べられ、第四図a、bおよび第五図に示されている。携帯はゼラン防水を施したナイロン・テント地にてアンテナもはいる袋を作り、運搬は肩に下げる、防風衣のポケットに入れる、または酸素吸入器にしばらくつけて運搬できるように考慮した。



第11図 登頂隊用警報送信機

第6表 登頂隊用警報送信機的主要性能

使用範囲	最高キャンプより頂上間の登頂隊員
波数 (MC)	43.85 (水晶制御)
定格出力 (W)	0.1
有効通達距離 (km)	約 2
通信方式	スイッチ切換による
発振周波数 (KC)	5481.25
水晶周波数偏差	-50°C~+50°C で $8 \times 10^{-5}$ 以内
変調方式	FM
変調周波数 (c/s)	400, 1000
最大変調度	1000 c/s で $\pm 15 \text{ KC}$
アンテナの形式	伸縮形4分の1波長ホイップ・アンテナ
重量 (kg)	1.1
寸法 (mm)	125×55×145
使用電池	AM-1 G×1, BL-M 145×1
電池寿命 (送:受=1:4 連続)	0°C で約 3.5 hr -30°C で約 1.5 hr
製作	電気通信大学、電波伝播研究室

使用電波の偏波面 使用電池の偏波面は、移動用機の移動中の使用を考慮し、また第四キャンプ、第二キャンプ等で行う通信の方向が、東行、西行を同一アンテナで行い、同時に対移動局通信も行うため、垂直偏波が最もアンテナ設計上有利である。また垂直偏波を用いる利点として、最小有効高が水平偏波より高くとれ、したがってポータブル・セットにおいて有利である。

使用アンテナの概要 ベース・キャンプ——第二キャンプ間が回折伝播となつて約五デシベルの感度不足となる。これを補うためベース・キャンプに少なくとも約六デシベルの利



第 7 表 ベース・キャンプ、ナイケ・コル用、ビーム・アンテナの性能

使用位置 型式 構造	ベースキャンプ、ナイケ・コル固定局用 3 素子・垂直偏波用変形八木型ビーム・アンテナ 組立式で支柱にスカートが付したユニボール輻射器に反射器および 導波器配置、支柱はジュラルミン・パイプ製継柱式
給電点 使用周波数 利得	支柱管内にて M 形コンセントを用い 75 Ω 同軸ケーブルに整合 43.85 MC 約 6 db
最大定在波比	1.3 (43.85 MC±300 KC)
耐風強度	25 m/s/0 m, 40 m/s/5000 m, 60 m/s/7000 m
重量 設置 製作	アンテナ素子 6 kg, 支柱 6.5 kg 電気通信大学電波伝播研究室 (No. 1) 同上 (No. 2) 富士光株式会社
支柱製作	電気興業株式会社

第 8 表 各キャンプにおける無線電話機の配置

登山計画	位置 日程	B. C 3,850 m	C. I 5,250 m	C. II 5,600 m	C. III 6,200 m	C. IV 6,550 m	C. V 7,200 m	C. VI 7,800 m
第一段階	4/1 ~ 4/16	固定局機 ダブルレット ・アンテナ	高所移動 機 ホイップ・ アンテナ					
第二段階	4/21 ~ 4/30	同 上		固定局機 ダブルレット ・アンテナ	高所移動 機 ホイップ・ アンテナ	固定局機 ダブルレット ・アンテナ		
第三段階	5/1 ~ 5/12	同 上 ビーム・ アンテナ		固定局機 3 素子 ビーム・ アンテナ		固定局機 ダブルレット ・アンテナ	高所移動 機 ホイップ・ アンテナ	警報送信 機 ホイップ・ アンテナ

登頂は 5 月 9 日および 5 月 11 日、その時は上記の他 C. VI にもう 1 台の高所用移動隊用機を予備として配置した。

かくして設計されたアンテナの寸法は第一四図のようになり、また完全した本アンテナの実測性能は第七表のようになり、また第一五図は実測インピーダンス特性を、また第一六図は水平面内指向特性(電力比)を示す。

マナスルにおける使用状況

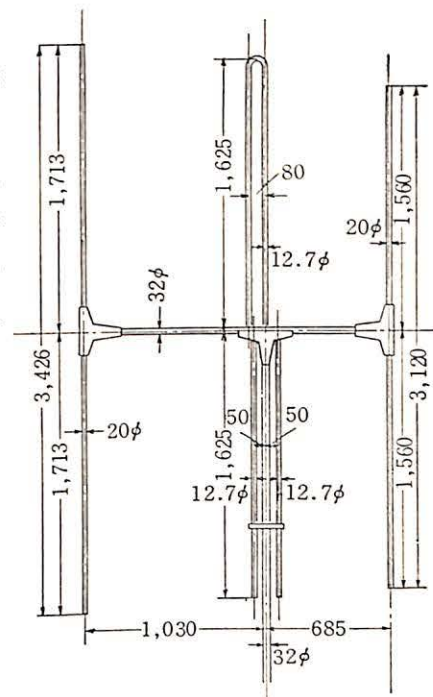
三月三十日登攀開始、五月九日第一登頂隊登頂成功、五月十一日第二登頂隊登頂成功、五月十四日第二キャンプ撤収瞬間までの四十六日間、毎日平均一時間半、八時、十五時、十八時、の三回の定時通話を行い、行動の打合わせ、荷揚げ状況の確認、さらに第二キャンプで中島ラジオテレビ製の全波受信機にて受信する、インド気象庁の本隊およびスイス隊、アルゼンチン隊向け特別気象通報が、各隊にもれなく伝達されたのである。機器の配置は当初の通信計画通りで、第八表のようであった。日時の経過につれて、隊員もみな無線機の取り扱い操作に習熟し、巧みな通話が行われるようになった。機器の保守状態も良好であったが、思いのほか故障も少なく、全体としては非常に好調であったといえる。

とくに第三キャンプの松田が肺炎にかかった時には、その手当がナイケ・コルの辰沼から指示され、病状悪化によってただちに第一

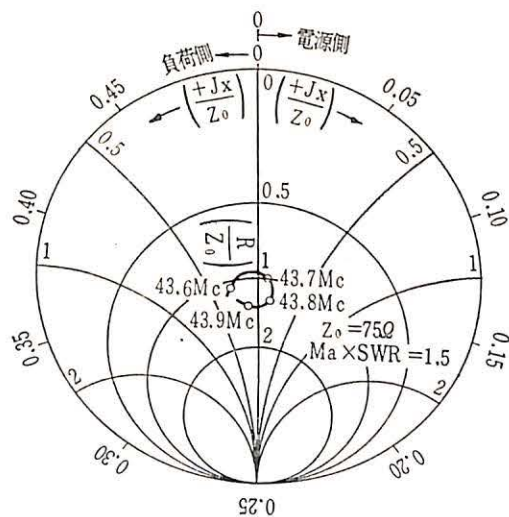
の引張力は 20 kg/mm<sup>2</sup> 程度であるので安全率は約二・五となる。したがって素子の基部に鋼パイプ等を埋込み補強を施した。重量軽減のため各素子は輻射器には径二一・七ミリ、反射器、導波器には径二〇ミリのアルミ・パイプを、素子をささえる支持棒には直径三三ミリ、肉厚一・五ミリのジュラルミン・パイプを用いた。またこれらの各素子の支持棒への取り付けは、シルミン鋳物による丁字金具によって取り付ける構造である。

アンテナ支柱は電気興業の設計で高さ八メートル、耐風強度は地上風速毎秒四〇メートル、支持重量六キロの直径三三ミリ、肉厚二ミリのジュラルミン・パイプの組継支柱である。

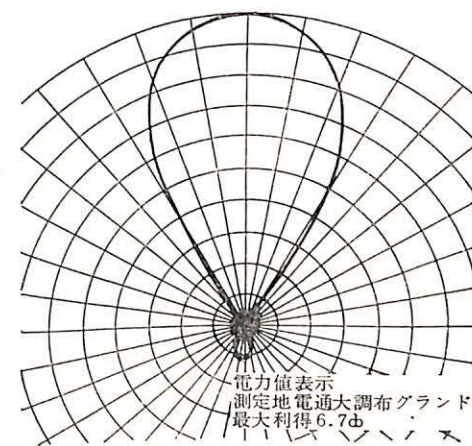
着氷に対する対策として、給電線(③C-2V 同軸ケーブル)をアンテナ基部から支柱内を貫通し、給電点も支柱内にある構造としたために給電線はいっさい外部に露出されず、風圧、着氷、振動による事故が防止されている。耐着氷試験の結果、気温摂氏零下八度、風速毎秒一七メートルの吹雪中で風上側に三センチぐらいのエビノシッポが付着したが機能への影響はなかった。



第 14 図 垂直偏波用三素子変形八木ビーム・アンテナ寸法



第 15 図 ビーム・アンテナのインピーダンス特性



第 16 図 ビーム・アンテナの水平面内指向性



キャンプにおろす手配がなされたこと、あるいはナイケ・コルの作戦会議によって定められたプラトールへの新ルート開拓が第四キャンプに指令され、ただちに翌日第五キャンプ予定地が発見される等、登頂成功の機縁をなした敏速な行動は無線電話機なくしては考えられないことであった。

加藤と村木が第五キャンプにはいったのが五月四日、頂上を前にし緊迫した状況は通話にも反映して、プラトールへのルートを開拓する両隊員と前進指揮所たる第四キャンプとの間に、一回の通話時間一時間四十分にもおよぶ議論がたたかわされたものこのころであった。しかし、この間なんらの故障もなく完全な通話を確保し続けることができたことは真にさいわいであった。事実強風と寒冷、酸素希薄に悩む七、二〇〇メートルのキャンプでは、ひとたび故障でも起したら処置なしである。

五月九日 第一登頂隊の今西は、第六キャンプから朝六時十分、十五分、二十分の三回にわたって警報送信機による出発信号を送り、また登頂成功の信号も帰途第六キャンプより送信したが後各キャンプが全部受信状態で待ったにもかかわらず聞きもらしてしまった。これは相互の通話を禁じてあったのだが、心配になっておたがいに話の口火を切ってしまうと、状況判断の議論をやり出すのでかすかな警報送信機の信号を雑音とあやまって聞きもらしてしまつたか、または同機が内地の計画によってノース・コル經由の地形に適應するように作られたためルートの変化が通信を困難ならしめたものと思われる。この時には十三時より、今西隊員が第五キャンプに下って第二キャンプの横隊長に登頂報告をした十八時過ぎまで、実に五時間半にわたって各局が連続通話を行ったのである。さらに五月十一日第二登頂隊の時も同様であった。

いう騒ぎもあった。このような構造は今後改めるべきで複合電池に機力統一し、電池の種類を減らすことが計画上輸送上のあらゆる面から有利となる。

登頂隊用警報送信機の着想と使用結果は、いささか出力不足で登頂信号を明確に受信できない点を除き有効で、さらに改良を加えるならば、今後登山装備中の必需品の一つになると思う。

アンテナについては、カトマンズにビーム・アンテナの部品を置き忘れ、ベース・キャンプのビーム・アンテナの建設がおくれその間ダブルレット・アンテナで代用した。そのためベース・キャンプ——第二キャンプ間是不通であったが、ベース・キャンプ——第一キャンプ間は通話可能であった。登山第二期以後は第二キャンプに頂上向けにビーム・アンテナを建設し完全な通信網が確保された。

しかし全機器とも故障のために通話不通となったことは全期間中一度もなかった。

第三次隊の通信がとくに出発前、準備の段階にて通信計画をたて、これに沿って多くの特殊問題への対策を構じつつ機器を設計、製作した結果が、予想以上の成功をおさめる原因となったものであり、とくに今回の機器が全部国産品にて成し遂げられたことも意義のあることであつたと思う。

ただしこの時は各隊員の神経を乱してそれほど効果が少ないと考えて警報送信機の使用を中止したが、最初から最後まで、今回ほど無線電話機が有効に使用された例は、外国の登山隊に比べても無類であろう。しかも、致命的な故障もなく天幕撤収の最後の時間まで活用されたのである。

今回の使用の結果、登頂隊が行動中に予備機として第四キャンプにあった高所用移動隊用機を第六キャンプにあげておくことさらに効果があつたと思う。電池の消費量は第三表のように予定通り同率に消費したが、今後はとくにスベア電池の各機への配分計画の点から、電池をなるべく一種に統一する考慮が必要であること痛感した。各局間の電界強度は当初の計画値とほとんど一致し頂上、第五キャンプ間を除き問題なかった。

高所用移動隊用機について見ると、押しボタン・スイッチが少しかつたという意見があり、また長時間の通話に対し両手保持が少しつらいとの意見もあったが、受信中に休息姿勢のとれることは有利であり、この点を除けば非常に好評で操作が簡単なために、シェルバたちにも運用が可能で、とくに電池交換の容易な点については絶対的であった。本機は二台とも登山全期間を通じて無故障で、耐寒対策の効果は現地では測定が不能のため十分なデータを得ていないが、電池の消耗結果等より見て良好な結果を得ていたと思う。

固定局は、送受信機部の故障は皆無、しかし電池函内に配線はズレがときどきあつた。現地での修理はほとんど不能であるからとくにハンダづけは入念に行わねばならない。また本機の電池交換が非常に複雑で電池の種類、数量が多く、交換のたびにネジ回しを必要とするが、電池の入れ方をまちがえてさっぱり聞えないと

これらはひとえに、機器を提供された、沖電気株式会社、東京芝浦電気株式会社、株式会社明電舎、湯浅乾電池株式会社、松下電器株式会社、日本積層乾電池株式会社、日本電気株式会社、M・T・P化成株式会社、電気興業株式会社、富士光アンテナ株式会社の各社ならびにさらに万全の通信計画を立て、それにもなう機器の選定、改造、あるいは耐寒対策等の研究、特殊機器の設計製作にあたられた電気通信大学の方々の協力の賜物であつた。

#### 引用文献

- [1] Wilfrid Noyce: South Col, London, Heinemann, 1954.
- [2] Sir John Hunt: The Ascent of Everest, Hodder & Stoughton Ltd, 1953.
- [3] Karl Herrlichoffner: Nanga Parbat 1953, J. F. Lehmanns Verlag, München, 1953.
- [4] Kenneth Bullington: Radio Propagation at Frequencies Above 30 Megacycles, IRE, Vol. 35, No. 10, pp. 1122, 1947.
- [5] 日本山岳会 マナスル☆一九五二〜三年 一八一ページ、毎日新聞社。
- [6] 中川、小関 携帯用〇・五W無線電話機 東芝レビュー 一〇巻 一二号(昭三〇・一二)。